



TITLE:

パルス性地震動に対する伝統木造  
建物の地震時挙動の解明と耐震性  
能評価( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

杉野, 未奈

---

CITATION:

杉野, 未奈. パルス性地震動に対する伝統木造建物の地震時挙動の解明  
と耐震性能評価. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18940>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	杉野 未奈
論文題目	パルス性地震動に対する伝統木造建物の地震時挙動の解明と耐震性能評価		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、内陸地殻内地震の震源近傍で発生するパルス性地震動に対する伝統木造建物の地震時挙動の分析を行い、迅速かつ簡略的に実施可能な耐震性能評価法を新たに考案したものであって、8章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景と目的、論文の構成が記述されている。</p> <p>第2章では、パルス性地震動下における伝統木造建物の地震時挙動の把握を容易にし、簡略的に最大応答評価を行うことを目的として、パルス性地震動を単純なパルス波に置換する方法について検討を行っている。まず、地震動の瞬間入力エネルギーと総入力エネルギーの各速度換算値の比として算定される入力エネルギー集中率を基に、パルス性地震動の継続時間を特性化する方法を新たに提示している。そして、パルス周期・パルス振幅・継続時間に係る3つの特性値を用いて、パルス性地震動をパルス周期付近の加速度応答スペクトルが概ね等しい <b>Gabor wavelet</b> に置換可能であることを示している。さらに、次章以降の振動台実験で用いる正弦波パルスや <b>Ricker wavelet</b> と、<b>Gabor wavelet</b> との対応関係も確認している。</p> <p>第3章では、伝統木造建物の固有振動数と減衰定数の振幅依存性を表す動的変形特性について、振動台実験を行って検討している。6種類の単位軸組架構を試験体として用い、パルス性地震動を単純化した正弦波パルスを入力している。そして、加振前後の常時微動・加振中の振動・加振後の自由振動のそれぞれを分析することで、単位軸組架構の動的変形特性を推定している。その結果、動的変形特性は、全面が壁で構成される全壁試験体と軸組主体の試験体の2タイプに大別できることを示すとともに、過去に経験した最大応答変位角の影響を考慮可能な動的変形特性評価式を提示している。更に、応答スペクトル法によって振動台実験結果をシミュレーションし、本章で求めた動的変形特性評価式を用いることで、単位軸組架構の最大応答変位を十分な精度で予測可能なことを例示している。</p> <p>第4章では、単位軸組架構の動的変形特性の一般化を行うために、まず、振動台実験より得られる動的変形特性と静的水平加力実験から得られる復元力特性が概ね対応づけられることを確認している。次に、架構の仕様(接合部、非構造部材の有無、壁材・木材の違い、軸組断面寸法など)の違いが、復元力特性や動的変形特性に及ぼす影響を、単位軸組架構の静的水平加力実験結果に基づいて考察している。用いた試験体としては、軸組主体の試験体が軸組試験体4体、垂壁試験体8体、差鴨居試験体6体の計18体で、全壁試験体は7体である。加力は、最大変形角 1/10rad 以上で水平抵抗力が喪失するまで行われている。実験結果の分析により、架構の仕様によって復元力特性は大きく変化するが、最大変形角 1/1000rad 以上の動的変形特性の変化率は仕様によらず</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	杉野 未奈
<p>概ね一つの回帰式で表される事を示している。</p> <p>第5章では、パルス性地震動下における伝統木造建物の地震時挙動の分析と、最大応答変形角の簡略評価を目的として、2層軸組架構の振動台実験とそのシミュレーション解析を行っている。試験体は、柱脚が石場建てで、壁配置は非対称となっている。試験体数は、壁配置が連層壁か1階壁抜けか、側柱が柱勝ちか梁勝ちかの組み合わせによる4体である。加振波は、正弦波パルスと <b>Ricker wavelet</b> とし、パルス周期と変位振幅を実験変数としている。まず、実験結果や解析結果より、柱脚の水平移動や浮上り、通し柱の効果などに着目し、パルス性地震動下における伝統木造建物の地震時挙動を分析している。そして、試験体の各階の最大応答変形角は、地震動の変位振幅や周期と架構の1次等価固有周期、推定される刺激関数を用いて、応答スペクトル法により簡略的に推定可能であることを確認している。</p> <p>第6章では、隣接建物の衝突を考慮した耐震性能の評価を可能とするため、隣接建物相互の衝突可能性の簡略的評価法および、衝突時挙動の解析法の構築を行っている。まず、接近させて設置した2体の単位軸組架構に正弦波パルスと <b>Ricker wavelet</b> を入力した衝突実験を行い、実験結果を基に衝突挙動の分析を行っている。そして、パルス性地震動の特性値を用いた衝突可能性の評価式を構築するとともに、衝突時の挙動を評価可能な解析モデルを構築し、そのモデルにより衝突実験結果が再現できることを示し、有効性を確認している。</p> <p>第7章では、一般的な伝統木造建物の耐震性能評価に適用する動的変形特性の評価式を、前章までの結果および既往の地震観測記録に基づいて構築している。まず、伝統木造建物の動的変形特性の評価式として、常時微動計測から得た固有振動数、<math>1/1000\text{rad}</math>での固有振動数の低下率、<math>1/1000\text{rad}</math>以上での単位軸組架構の静的加力実験の結果から求めた動的変形特性、を総合した関数を提示している。次に、伝統木造建物の耐震診断の評価基準となる最大応答変形角を、常時微動計測結果と上記の動的変形特性を用いて簡略的に推定する方法を提示したのち、既往の実大木造建物の振動台実験結果を用いて精度検証を行うとともに、実在する京町家への適用事例を示している。</p> <p>第8章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、内陸地殻内地震の震源近傍で発生するパルス性地震動を対象に、伝統木造建物の地震時挙動を分析し、簡略的に実施可能な耐震性能評価法を新たに構築した研究についてまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1. パルス周期・パルス振幅・継続時間に係る3つの特性値を用いて、パルス性地震動を Gabor wavelet などの単純なパルス波形に近似する方法を新たに提示している。
2. 振動台実験に基づき、単位軸組架構の動的変形特性を推定し、動的変形特性が全壁試験体と軸組主体の試験体の2タイプに大別できることを明らかにし、過去に経験した最大応答変角の影響を考慮可能な動的変形特性評価式を示している。
3. 単位軸組架構の動的変形特性について、振動台実験結果と静的加力実験結果の比較や、架構仕様の違いによる影響検討などを行い、最大変形角  $1/1000\text{rad}$  以上の動的変形特性の変化率が、概ね一つの回帰式で表される事を新たに示している。
4. 2層軸組架構の振動台実験とそのシミュレーション解析を行い、柱脚の水平移動・浮上りや通し柱の効果など、パルス性地震動下における伝統木造建物の地震時挙動を明らかにするとともに、最大層間変形角が応答スペクトル法を用いて簡略的に評価可能であることを確認している。
5. 単位軸組架構の衝突実験に基づき、隣接建物相互の衝突可能性の簡略的評価法と衝突時挙動の解析法を構築することで、隣接建物の衝突を考慮した耐震性能評価を初めて可能としている。
6. 伝統木造建物の最大応答変形角を、常時微動計測結果と動的変形特性を用いて簡便に推定可能な方法を提示し、既往の実大木造建物の振動台実験結果を用いて精度検証や、実在する京町家への適用可能性の例証を通じ、有用性を示している。

本論文は、パルス性地震動に対する地震時挙動の特徴を考慮した耐震性能評価法を、豊富な実証実験データに基づき構築したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年1月28日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。